

Analisa Perbandingan Bata Merah dan Bata Kumbung (Bata Kapur Berpori) di Kabupaten Ngawi terhadap Kekuatan Struktur Bangunan

Henyk Nur Widaryanti ^{1*}, Soehandoko ², Muhammad Alfian Cahyo Saputro³

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Soerjo Ngawi

Email: henykwidaryanti@gmail.com

Article Info :

Received:

20-4-2026

Revised:

26-5-2026

Accepted:

28-4-2026

Abstract

The selection of masonry wall materials significantly influences the structural performance and durability of buildings. This study aims to compare the physical and mechanical properties of fired clay brick from Ngawi Regency and porous limestone brick (bata kumbung) from Bojonegoro Regency as wall masonry materials. A quantitative experimental method was employed using test specimens measuring 50 × 50 × 50 mm. The evaluated parameters included bulk density, water absorption, porosity, compressive strength, and modulus of rupture (MOR), based on SNI and ASTM standards. The experimental data were analyzed descriptively and comparatively. The results indicate that fired clay brick has higher bulk density, compressive strength, and flexural strength than porous limestone brick, making it more suitable for structural applications. In contrast, porous limestone brick exhibits higher porosity, greater water absorption, and lower unit weight, providing better thermal insulation and reduced dead load. These findings suggest that the selection of wall materials should consider not only structural strength but also thermal performance and construction requirements. This study provides comparative data that can serve as a reference for the utilization of local masonry materials in sustainable building construction.

Keywords : *Fired Clay Brick; Porous Limestone Brick; Compressive Strength; Masonry Wall; Local Building Materials.*



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Material untuk pemasangan dinding adalah komponen yang penting dalam konstruksi bangunan. Material ini berfungsi untuk membatasi ruang dan juga memberikan kontribusi untuk stabilitas struktur secara menyeluruh. Kualitas material dinding memberikan pengaruh pada kekuatan, ketahanan, kenyamanan termal, serta umur layanan bangunan. Oleh sebab itu, pemilihan material ini harus mempertimbangkan karakteristik fisik dan mekanik, seperti kuat tekan, berat jenis, porositas, dan daya serap air agar bangunan yang dihasilkan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan (Drysdale et al., 1999; Hendry, 2001).

Bata merah ternyata masih sangat ramai peminat untuk material pasangan dinding di Indonesia. Selain karena murah, material ini juga mudah didapat. Selain itu, kekuatan tekannya juga relatif baik, dan telah mempunyai standar mutu nasional melalui SNI 15-2094-2000. Ada beberapa pengujian bata merah dalam standar tersebut, seperti dimensi, kuat tekan, daya serap air, dan kualitas visual sebagai indikator mutu material (Badan Standardisasi Nasional, 2000). Kualitas bata merah tradisional ternyata sangat terpengaruh oleh jenis tanah liat, proses

percetakan, serta temperatur pembakaran. Jika bata merah yang diproduksi sesuai standar, maka akan menghasilkan kuat tekan lebih tinggi dan daya serap air yang lebih rendah jadi lebih layak digunakan untuk material konstruksi (Frapanti et al., 2023).

Selain bata merah, masyarakat juga memanfaatkan bata kumbung atau bata kapur berpori untuk material pasangan dinding. Beberapa masyarakat di Jawa Timur seperti Ngawi dan Bojonegoro sering memakainya. Bata kumbung berasal dari bata kapur yang dipotong menjadi balok agar mudah dipasang. Bata jenis ini punya berat jenis lebih ringan dari bata merah. Bata ini juga memberikan kenyamanan termal yang lebih baik karena struktur porinya yang tinggi. Akan tetapi, tingginya porositas berpotensi menurunkan kekuatan tekan material. Oleh karena itu, perlu adanya pengujian lebih lanjut (Bhattacharjee & Krishnamoorthy, 2004; Parthiban & Varatharajan, 2021).

Banyak penelitian melaporkan jika porositas menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi sifat mekanik material pasangan dinding. Sebuah penelitian menunjukkan peningkatan porositas pada bata ternyata justru menurunkan massa jenis dan kuat tekan, hanya saja di saat bersamaan malah meningkatkan kemampuan isolasi termal (Cultrone et al., 2005). Selain itu, nilai konduktivitas termalnya ternyata lebih rendah. Ini dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan (Sutcu dan Akkurt, 2009). Terlebih lagi, struktur rongga pada material pasangan dinding ternyata punya pengaruh signifikan pada perpindahan panas dan performa termal bangunan (Pichler et al., 2021).

Di sisi lain, kemampuan material saat mendapatkan beban tekan juga menjadi parameter penting dalam keamanan struktur bangunan. Karakteristik tegangan-regangan pasangan bata tergantung kualitas unit bata atau mortar yang dipakai (Kaushik et al., 2007). Pada penelitian lain memperlihatkan bahwa pasangan bata kapur (limestone masonry) ternyata punya karakteristik kuat tekan yang berbeda dari bata tanah liat (Veríssimo-Anacleto et al., 2020).

Pada saat ini, pemakaian bata kumbung masih banyak dipakai masyarakat di Kabupaten Ngawi dan Kabupaten Bojonegoro. Alasan utamanya karena masalah ketersediaan material, harga, serta kebiasaan masyarakat setempat, bukan dari uji material di laboratorium. Penelitian saat ini masih banyak membahas bata merah sesuai Standar Nasional Indonesia (Frapanti et al., 2023; Asnan et al., 2023). Sedangkan penelitian yang membahas perbandingan bata kumbung dengan bata merah masih sangat kurang. Ini menunjukkan adanya research gap yang memerlukan kajian lebih dalam melalui penelitian eksperimental. Dengan begitu akan memperoleh informasi ilmiah tentang keunggulan dan keterbatasan masing-masing material.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan menganalisis dan membandingkan karakteristik bata merah dari Kabupaten Ngawi dan bata kumbung dari Kabupaten Bojonegoro melalui uji sifat fisik dan mekanik, meliputi dimensi, berat jenis, daya serap air, porositas, serta kuat tekan. Hasilnya, diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah dalam pemilihan material pasangan dinding yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi, baik dari aspek kekuatan struktur maupun efisiensi penggunaan material, serta menjadi referensi bagi masyarakat, praktisi konstruksi, dan pemerintah daerah dalam pemanfaatan material bangunan lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif komparatif yang bertujuan menganalisis perbedaan fisik, mekanik, dan kinerja struktural antara bata merah dari Kabupaten Ngawi dan bata kumbung (bata kapur berpori) dari Kabupaten Bojonegoro sebagai material pasangan dinding bangunan. Sampel terdiri atas 20 buah bata merah dan 20 buah bata kumbung. Spesimen uji dibersihkan terlebih dahulu, kemudian dikeringkan, dan dipotong dengan ukuran 50x50x50 mm. Kemudian dilakukan pengukuran dimensi dan massa spesimen sebagai data awal sebelum pengujian sifat fisik dan mekanik.

Pengujian laboratorium dilakukan sesuai standar SNI dan ASTM, di antaranya uji massa jenis (densitas), daya serap air, porositas, kuat tekan, dan kuat tarik lentur (*Modulus of Rupture/MOR*). Pengujian kuat tekan memakai *Universal Testing Machine* (UTM) sampai spesimen mengalami keruntuhan, sedangkan pengujian porositas dan daya serap air dilakukan pakai metode perendaman untuk memperoleh kondisi massa kering, massa jenuh, dan massa terendam. Selain itu, juga dilakukan evaluasi perilaku pasangan dinding melalui uji panel dinding terhadap pembebanan vertikal dan lateral untuk mengetahui respons struktur, pola retak, dan kapasitas beban. Sebagai pendukung analisis, dilakukan evaluasi efisiensi termal berdasarkan karakteristik porositas material serta analisis ekonomi melalui perbandingan biaya penggunaan bata merah dan bata kumbung per meter persegi pasangan dinding.

Data yang dihasilkan akan dianalisis memakai statistik deskriptif untuk mendapatkan nilai rata-rata, simpangan baku, nilai maksimum, dan minimum pada setiap parameter pengujian. Kemudian dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas sebagai prasyarat analisis inferensial. Perbedaan karakteristik antara bata merah dan bata kumbung dianalisis menggunakan *Independent Sample t-test* jika data berdistribusi normal dan homogen, sedangkan uji *Mann-Whitney* digunakan apabila data tidak memenuhi asumsi parametrik. Hubungan antara porositas dengan kuat tekan dianalisis menggunakan korelasi Pearson. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan persyaratan SNI 15-2094-2000, SNI 03-6825-2002, serta hasil penelitian terdahulu untuk menentukan material yang memiliki kinerja terbaik sebagai pasangan dinding ditinjau dari aspek kekuatan, ketahanan, efisiensi termal, dan nilai ekonomis. Ringkasan variabel penelitian dan metode penelitian dapat dilihat pada tabel 1. Tahapan penelitian ditunjukkan pada tabel 2. Sedangkan diagram alir penelitian dapat dibaca pada gambar 1.

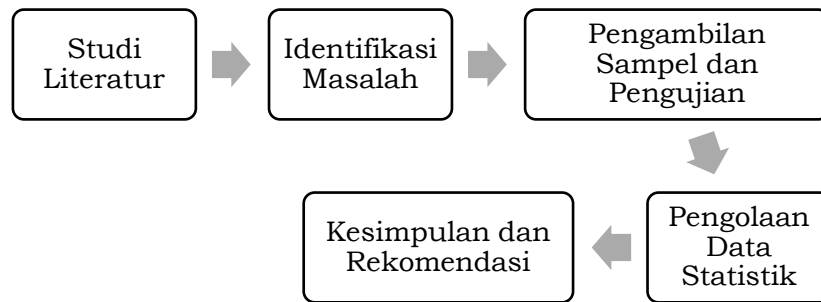
Tabel 1. Variabel Penelitian dan Metode Pengujian

No	Variabel	Parameter yang Diukur	Metode/Alat Uji	Acuan
1	Sifat Fisik	Dimensi bata	Pengukuran menggunakan jangka sorong dan mistar baja	SNI 15-2094-2000
2	Sifat Fisik	Massa jenis (Densitas)	Penimbangan massa dan pengukuran volume benda uji	ASTM C67/C67M-21
3	Sifat Fisik	Daya serap air	Metode perendaman (massa kering dan massa jenuh)	ASTM C67/C67M-21; SNI 15-2094-2000
4	Sifat Fisik	Porositas	Metode Archimedes berdasarkan massa kering, massa jenuh, dan massa terendam	ASTM C67/C67M-21
5	Sifat Mekanik	Kuat tekan	Universal Testing Machine (UTM) pada benda uji berukuran 50 × 50 × 50 mm	ASTM C67/C67M-21; SNI 03-6825-2002
6	Sifat Mekanik	Kuat tarik lentur (<i>Modulus of Rupture/MOR</i>)	Universal Testing Machine (UTM) dengan pembebanan lentur	ASTM C67/C67M-21
7	Kinerja Struktur	Kapasitas beban panel dinding	Pengujian pembebanan vertikal dan lateral	Prosedur pengujian laboratorium
8	Kinerja Struktur	Pola retak dan deformasi	Observasi visual selama pembebanan	Dokumentasi hasil pengujian
9	Kinerja Material	Efisiensi termal	Analisis berdasarkan karakteristik porositas dan konduktivitas termal dari material	Parthiban & Varatharajan (2021); Pichler et al. (2021)
10	Analisis Ekonomi	Biaya material per m ² dinding	Perhitungan kebutuhan material dan biaya konstruksi	Analisis komparatif

Tabel 2. Tahapan Penelitian

Tahapan	Kegiatan
Studi Literatur	Mengumpulkan referensi mengenai bata merah, bata kumbung, SNI, ASTM, dan penelitian terdahulu.
Persiapan Sampel	Pengambilan bata merah dari Kabupaten Ngawi dan bata kumbung dari Kabupaten Bojonegoro, kemudian dipotong menjadi benda uji berukuran 50 × 50 × 50 mm.
Pengujian Sifat Fisik	Pengujian dimensi, massa jenis, daya serap air, dan porositas.
Pengujian Sifat Mekanik	Pengujian kuat tekan dan kuat tarik lentur menggunakan Universal Testing Machine (UTM).
Pengujian Panel Dinding	Pengujian respons panel dinding terhadap pembebanan vertikal dan lateral, serta pengamatan pola retak.
Analisis Data	Analisis statistik deskriptif, uji normalitas, uji homogenitas, <i>Independent Sample t-test</i> atau <i>Mann-Whitney</i> , dan korelasi Pearson.
Pembahasan	Membandingkan hasil pengujian dengan standar SNI, ASTM, dan penelitian terdahulu.
Kesimpulan	Menentukan material yang memiliki kinerja terbaik berdasarkan aspek fisik, mekanik, struktur, termal, dan ekonomi.

Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik Material

Pengujian fisik telah dilakukan dan data pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel 3. Pada tabel tersebut terlihat jika bata kumbung memiliki massa jenis paling kecil, yaitu $1290 \pm 45 \text{ kg/m}^3$. Menariknya, meskipun massa jenisnya kecil, nilai porositas dan daya serap air lebih besar dari bata merah, yaitu $35.2 \pm 3.1\%$ dan $31.5 \pm 2.9\%$. Hal ini terjadi karena karakteristik penyusun material, di mana bata merah berasal dari tanah liat yang mengalami proses pembakaran sehingga menghasilkan struktur yang lebih padat. Ini berbeda dari bata kumbung, bata ini berasal dari batuan kapur berpori yang terjadi secara alami sehingga memiliki rongga-rongga mikro di dalam strukturnya.

Tabel 3. Sifat Fisik Material

Parameter	Satuan	Bata Merah		Bata Kumbung	
		Rata-rata $\pm$ SD	Range	Rata-rata $\pm$ SD	Range
Massa Jenis	kg/m^3	1705 ± 52	1600 - 1800	1290 ± 45	1200 - 1400
Porositas	%	17.8 ± 1.5	15.2 - 20.1	35.2 ± 3.1	30.5 - 40.8
Daya Serap Air	%	15.2 ± 1.8	12.8 - 18.5	31.5 ± 2.9	26.0 - 36.7

Porositas yang tinggi pada bata kumbung menjadikan bata ini mampu menyerap banyak air jika dibandingkan bata merah. Di sisi lain, ternyata bata merah punya struktur yang lebih rapat, jadi daya sserapnya otomatis lebih rendah. Karakteristik ini menunjukkan jika bata merah punya ketahanan yang lebih dalam hal menetrasi air, namun pada bata kumbung keunggulannya terdapat pada bobot yang ringan.

Secara umum, pengujian fisik menunjukkan jika kedua mempunyai karakteristik yang beda. Ini terjadi karena bahan penyusunnya yang berbeda. Bata merah mempunyai keunggulan dalam aspek kepadatan material, sedangkan bata kumbung keunggulannya pada porositasnya. Porositas yang tinggi ini bisa

dimanfaatkan sebagai isolasi panas yang baik. Namun, konsekuensi langsung dari tingginya porositas ini adalah daya serap air bata kumbung (31.5%) juga jauh lebih tinggi dan telah melampaui batas 25% yang disarankan SNI 03-6825-2002 untuk daerah basah. Hal ini menunjukkan kerentanan bata kumbung terhadap kelembaban.

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan pada bata merah dan bata kumbung dapat dilihat pada tabel 4. Pengujian kuat tekan dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) dengan sampel berukuran 50x50x50 mm.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Jenis Bata	Kuat Tekan Rata-rata (MPa)	Standar Deviasi	Nilai Maks (MPa)	Nilai Min (MPa)
Bata Merah	10,5	0,8	12,1	9,2
Bata Kumbung	6,2	1,1	8,5	4,3

Dari tabel 4 tampak bata merah memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dari bata kumbung, yaitu 10,5 Mpa. Ini berarti bata merah 69% lebih kuat secara tekan dibandingkan bata kumbung. Kondisi ini terjadi karena struktur internal bata merah lebih kuat dalam menahan tekanan, artinya kepadatan material yang jauh lebih padat dari bata kumbung. Dengan kata lain, banyaknya pori pada bata kumbung justru membuat struktur dalam material ini lebih rapuh. Akibatnya, ketika terkena beban yang lebih rendah langsung hancur. Pori-pori banyak tadi menyebabkan distribusi tegangan tidak merata, sehingga kapasitas menahan beban tekan relatif rendah.

Standar deviasi yang lebih tinggi pada bata kumbung (1.1 vs 0.8) menunjukkan variasi kualitas yang lebih besar, yang diduga kuat berkaitan dengan konsistensi proses pembakaran tradisionalnya. Meskipun lebih rendah, kuat tekan bata kumbung masih berada di atas batas minimum 2.5 MPa yang ditetapkan SNI, bahkan mendekati syarat untuk bata merah kelas III (5.0 MPa). Ini menunjukkan potensi untuk aplikasi tertentu, seperti material pasangan dinding non-struktural atau bangunan sederhana dengan mempertimbangkan kondisi pembebanan yang bekerja.

Hasil Pengujian Kuat Tarik Lentur (Modulus of Rupture)

Hasil pengujian kuat tarik lentur (MOR) dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian MOR

Jenis Bata	MOR Rata-rata (MPa)	Standar Deviasi (MPa)
Bata Merah	1.8	0.3
Bata Kumbung	0.9	0.2

Pada tabel 5 tampak nilai kuat tarik lentur bata merah lebih besar dari bata kumbung, yaitu 1,8 Mpa. Pada saat pengujian, bata merah mengalamai retakan awal pada yang muncul secara bertahap hingga mencapai keruntuhan. Namun, bata kumbung justru memperlihatkan terjadinya propagasi retak yang lebih cepat. Ini terjadi karena strukturnya berpori. Kekuatan tarik yang rendah pada kedua material, terutama bata kumbung, mengindikasikan sifatnya yang getas (*brittle*) dan rentan terhadap retak akibat lendutan atau penurunan. Perbedaan nilai MOR yang cukup lebar menunjukkan bahwa bata merah memiliki kemampuan yang lebih baik saat menahan beban lentur.

Hasil Pengujian Panel Dinding

Dinding berukuran 1 m x 1 m diuji dengan beban lateral dan vertikal menghasilkan data yang diperlihatkan oleh tabel 6. Pengujian ini memperlihatkan bahwa pasangan bata merah memiliki kapasitas menahan beban vertikal dan lateral lebih baik, yaitu 15 kN. Pada umumnya, pola retak yang diawali bata merah adalah retak halus pada sambungan mortar sebelum berkembang menjadi retak diagonal. Sementara bata kumbung mengalami retak sangat cepat di area sekitar sambungan dan badan material.

Tabel 6. Hasil Pengujian Panel Dinding

Jenis Bata	Beban Muncul Retak (kN)	Defleksi (mm)
Bata Merah	15	2
Bata Kumbung	8	4

Bata merah menunjukkan kekakuan dan ketahanan lebih baik terhadap beban struktural. Namun, pasangan bata kumbung justru menunjukkan bobot kontruksi yang lebih ringan. Hal ini bisa mengurangi beban mati bangunan. Kondisi ini menjadi salah satu keuntungan jika diaplikasikan pada bangunan sederhana.

Analisis Efisiensi Termal dan Ekonomi

Bata kumbung memiliki konduktivitas termal lebih rendah (0,4 W/mK) dibanding bata merah (0,6 W/mK). Dari hasil ini terlihat bahwa batu kumbung memiliki karakteristik termal yang lebih baik dibandingkan bata merah. Tingginya porositas menyebabkan perpindahan panas lebih lambat. Ini menyebabkan suhu ruang cenderung stabil. Sebaliknya, bata merah memiliki kepadatan yang lebih tinggi sehingga konduktivitas termalnya lebih besar.

Sedangkan dari aspek ekonomi, penggunaan bata kumbung sangat menguntungkan dari sisi bobot materialnya yang lebih ringan dan kebutuhan energi lebih rendah dalam proses produksi. Ini karena pembuatan bata kumbung tidak butuh pembakaran. Namun, sayangnya kekuatan mekanik bata kumbung justru rendah. Bata merah justru lebih baik kekuatan mekaniknyanya, sehingga lebih sesuai dipakai pada konstruksi yang memerlukan kapasitas beban yang lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bata merah lebih unggul di parameter kuat tekan, kuat tarik lentur (MOR), dan kapasitas struktur. Bata kumbung keunggulannya pada bobot material, porositas, dan potensi efisiensi material. Perbedaan ini mengartikan bahwa penggunaan material disesuaikan

dengan fungsi bangunan yang akan dibuat, dilihat dari pembebanan atau kenyamanan termalnya.

Perbandingan Karakteristik Fisik Bara Merah dan Bata Kumbung

Berdasarkan hasil penelitian, massa jenis bata merah lebih tinggi dari bata kumbung. Namun, batu kumbung porositasnya lebih tinggi dan daya serap airnya lebih besar. Perbedaan ini akan memberikan pengaruh pada karakteristik penyusun kedua batu. Bata merah adalah material berbasis tanah liat yang mengalami proses pembakaran, jadi bisa menghasilkan struktur yang lebih padat. Sedangkan bata kumbung merupakan batu kapur berpori yang secara alami memiliki rongga-rongga mikro sehingga massa jenisnya lebih rendah.

Tingginya porositas di bata kumbung ini membuat kemampuan penyerapan airnya meningkat. Kondisi ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan porositas akan meningkatkan daya serap air sekaligus menurunkan kepadatan material (Cultrone et al., 2005). Pori-pori yang saling terhubung juga mempercepat gerakan air di dalam material, akhirnya bisa mengurangi sifat fisik dan ketahanannya terhadap lingkungan (Bhattacharjee dan Krishnamoorthy, 2004).

Namun, tidak bisa dimungkiri jika tingginya porositas justru memberikan keuntungan pada bobot materialnya yang ringan dan punya kemampuan isolasi termal yang baik. Jika mengacu pada penelitian yang menyatakan material pasangan dinding dengan struktur berpori mampu mengurangi perpindahan panas yang pada akhirnya bisa meningkatkan kenyamanan termal di dalam bangunan (Parthiban dan Varatharajan, 2021), maka penelitian ini memperkuat penemuan sebelumnya. Bata kumbung bisa digunakan pada bangunan yang mengutamakan kenyamanan termal dan pengurangan beban mati struktur.

Analisis Kuat Tekan Material

Pada pengujian kuat tekan menunjukkan jika bata merah mampu menahan beban lebih tinggi dibanding bata kumbung. Ini menandakan tingkat kepadatan material berpengaruh pada kemampuan menahan beban tekan. Strukturnya yang homogen mampu mendistribusikan beban secara merata, sehingga keruntuhan terjadi pada beban yang lebih besar. Kuat tekan pasangan bata dipengaruhi pada kualitas unit bata, mortar, dan ikatan antar material. Bata dengan kepadatan tinggi akan menghasilkan kapasitas tekan yang lebih baik karena rongga internalnya lebih sedikit (Kaushik et al., 2007).

Pasangan batu kapur (limestone masonry) mempunyai karakteristik mekanik yang berbeda dari pasangan bata merah. Material berbasis batu kapur cenderung lebih cepat runtuh karena rongga alami yang membuat konsentrasi tegangan hanya mengenai bagian tertentu (Verissimo-Anacleto et al., 2020). Penelitian ini menguatkan hasil temuan tersebut. Oleh karena itu, meski bata kumbung ini bisa jadi pasangan dinding non-struktural, perlu dipertimbangkan lagi dari aspek penerimaan kuat tekannya.

Analisis Kuat Tarik Lentur

Berdasarkan hasil pengujian, bata merah memiliki nilai kuat tarik lentur (*Modulus of Rupture/MOR*) yang lebih tinggi dibandingkan bata kumbung. Hal ini menunjukkan bahwa bata merah lebih mampu menahan gaya tarik akibat

pembebanan lentur. Pada saat dilakukan pengujian, retakan pada bata merah berkembang secara bertahap hingga akhirnya mengalami keruntuhan. Sebaliknya, bata kumbung mengalami retak lebih cepat karena memiliki struktur yang lebih berpori.

Pori-pori yang terdapat pada bata kumbung menjadi titik awal munculnya retakan sehingga kemampuan material dalam menahan tegangan tarik menjadi lebih rendah. Sementara itu, bata merah yang memiliki struktur lebih padat mampu mendistribusikan beban dengan lebih baik sehingga keruntuhannya tidak terjadi secara tiba-tiba.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi porositas suatu material, maka kecenderungan kuat tariknya akan semakin rendah. Oleh karena itu, penggunaan bata kumbung pada bangunan yang menerima beban lentur atau beban lateral perlu mempertimbangkan sistem pasangan dan kualitas mortar agar keamanan struktur tetap terjaga.

Implikasi terhadap Kinerja Struktur Bangunan

Hasil pengujian panel dinding menunjukkan bahwa pasangan bata merah memiliki kemampuan menahan beban vertikal maupun lateral yang lebih baik dibandingkan pasangan bata kumbung. Hal ini disebabkan oleh kuat tekan dan kuat tarik bata merah yang lebih tinggi sehingga pasangan dinding menjadi lebih stabil ketika menerima pembebanan.

Di sisi lain, bata kumbung memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan bata merah. Kondisi ini memberikan keuntungan karena dapat mengurangi beban mati bangunan. Selain itu, porositas yang tinggi membuat bata kumbung mampu menghambat perpindahan panas sehingga suhu di dalam ruangan menjadi lebih nyaman. Hasil ini sesuai dengan penelitian Parthiban dan Varatharajan (2021) serta Pichler et al. (2021) yang menyatakan bahwa material berpori memiliki kemampuan isolasi termal yang lebih baik dibandingkan material yang lebih padat.

Berdasarkan hasil tersebut, bata merah lebih sesuai digunakan pada bangunan yang membutuhkan kekuatan struktur lebih tinggi, sedangkan bata kumbung dapat menjadi alternatif material dinding pada bangunan sederhana yang lebih mengutamakan kenyamanan termal dan bobot konstruksi yang ringan.

Implikasi Praktis Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata merah dan bata kumbung memiliki kelebihan serta kekurangan masing-masing. Bata merah memiliki keunggulan dari segi kekuatan mekanik sehingga lebih direkomendasikan untuk bangunan yang memerlukan kapasitas struktur lebih besar. Sebaliknya, bata kumbung memiliki bobot yang lebih ringan dan kemampuan isolasi panas yang lebih baik sehingga sesuai digunakan sebagai material pasangan dinding pada bangunan non-struktural atau bangunan sederhana.

Pemilihan material sebaiknya tidak hanya mempertimbangkan nilai kuat tekan, tetapi juga memperhatikan fungsi bangunan, kondisi lingkungan, kebutuhan kenyamanan termal, serta biaya konstruksi. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek tersebut, penggunaan bata merah maupun bata kumbung dapat disesuaikan dengan kebutuhan sehingga menghasilkan bangunan yang aman, nyaman, dan lebih efisien.

Penelitian ini memberikan informasi mengenai karakteristik bata merah dari Kabupaten Ngawi dan bata kumbung dari Kabupaten Bojonegoro sebagai material lokal yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi masyarakat, praktisi konstruksi, maupun pemerintah daerah dalam memilih material pasangan dinding yang sesuai dengan kebutuhan pembangunan.

Kontribusi Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bata merah dari Kabupaten Ngawi memiliki kuat tekan dan kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan bata kumbung dari Kabupaten Bojonegoro. Hasil ini sejalan dengan penelitian Kaushik et al. (2007) dan Frapanti et al. (2023) yang menyatakan bahwa material yang lebih padat umumnya memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik. Sebaliknya, bata kumbung memiliki porositas dan daya serap air yang lebih tinggi sehingga bobotnya lebih ringan dan kemampuan isolasi panasnya lebih baik. Temuan ini juga sesuai dengan penelitian Cultrone et al. (2005) serta Parthiban dan Varatharajan (2021).

Perbedaan karakteristik tersebut menunjukkan bahwa kedua material memiliki fungsi yang berbeda. Bata merah lebih cocok digunakan pada bangunan yang membutuhkan kekuatan struktur lebih tinggi, sedangkan bata kumbung dapat digunakan sebagai pasangan dinding non-struktural atau bangunan sederhana yang lebih mengutamakan kenyamanan termal dan bobot bangunan yang ringan.

Kontribusi utama penelitian ini adalah memberikan data perbandingan antara bata merah Kabupaten Ngawi dan bata kumbung Kabupaten Bojonegoro berdasarkan sifat fisik, sifat mekanik, dan penggunaannya pada bangunan. Kebaruan penelitian ini terletak pada perbandingan langsung dua material lokal yang selama ini banyak digunakan masyarakat tetapi jarang diteliti secara bersamaan. Penelitian sebelumnya umumnya hanya membahas satu jenis material, sedangkan penelitian ini membandingkan kedua material sekaligus dan dilengkapi dengan analisis kekuatan, kenyamanan termal, serta pertimbangan ekonomi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam memilih material pasangan dinding yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi dan kondisi bangunan di daerah setempat.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa bata merah dari Kabupaten Ngawi memiliki massa jenis, kuat tekan, dan kuat tarik lentur yang lebih tinggi dibandingkan bata kumbung (batu kapur berpori) dari Kabupaten Bojonegoro, sehingga lebih sesuai digunakan pada konstruksi yang memerlukan kapasitas struktur yang lebih besar. Sebaliknya, bata kumbung memiliki porositas dan daya serap air yang lebih tinggi serta bobot yang lebih ringan, sehingga memberikan keunggulan dalam aspek efisiensi termal dan pengurangan beban mati bangunan.

Secara keseluruhan, kedua material memiliki karakteristik yang berbeda dan dapat dimanfaatkan sesuai dengan fungsi serta kebutuhan konstruksi. Bata merah direkomendasikan untuk bangunan yang mengutamakan kekuatan struktur, sedangkan bata kumbung berpotensi menjadi alternatif material dinding pada

bangunan non-struktural atau bangunan yang mengutamakan kenyamanan termal dan pemanfaatan material lokal. Penelitian selanjutnya disarankan mengkaji durabilitas serta perilaku kedua material terhadap beban dinamis dan pengaruh lingkungan untuk memperoleh evaluasi yang lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2023). *ASTM C62-23: Standard Specification for Building Brick (Solid Masonry Units Made from Clay or Shale)*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/C0062-23>
- ASTM International. (2021). *ASTM C67/C67M-21: Standard Test Methods for Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile*. ASTM International. https://doi.org/10.1520/C0067_C0067M-21
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 15-2094-2000 Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-6825-2002 Metode Pengujian Kuat Tekan Bata*.
- The Masonry Society. (2022). *TMS 402/602: Building Code Requirements and Specification for Masonry Structures*.
- Drysdale, R. G., Hamid, A. A., & Baker, L. R. (1999). *Masonry Structures: Behavior and Design* (2nd ed.). The Masonry Society.
- Hall, C., & Hoff, W. D. (2012). *Water Transport in Brick, Stone and Concrete* (2nd ed.). CRC Press.
- Hendry, A. W. (2001). *Structural Masonry* (2nd ed.). Macmillan Press.
- Nawy, E. G. (2008). *Reinforced Concrete: A Fundamental Approach* (6th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Neville, A. M. (2011). *Properties of Concrete* (5th ed.). Pearson Education.
- Bhattacharjee, B., & Krishnamoorthy, S. (2004). Permeable porosity and thermal conductivity of construction materials. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 16(4), 322–330. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2004\)16:4\(322\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2004)16:4(322))
- Cultrone, G., Sebastián, E., Elert, K., de la Torre, M. J., Cazalla, O., & Rodriguez-Navarro, C. (2005). Influence of mineralogy and firing temperature on the porosity of bricks. *Journal of the European Ceramic Society*, 25(8), 1033–1043. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2004.03.003>
- Kaushik, H. B., Rai, D. C., & Jain, S. K. (2007). Stress-strain characteristics of clay brick masonry under uniaxial compression. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19(9), 728–739. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0899-1561\(2007\)19:9\(728\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0899-1561(2007)19:9(728))
- Lourenço, P. B. (2002). Computations on historic masonry structures. *Progress in Structural Engineering and Materials*, 4(3), 301–319. <https://doi.org/10.1002/pse.120>
- Parthiban, D., & Varatharajan, R. (2021). Evaluation of the impact of thermal performance on various building bricks and blocks: A review. *Environmental Technology & Innovation*, 23, 101577. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101577>

- Pichler, M., Haddadi, B., Jordan, C., & Harasek, M. (2021). Modeling the effective thermal conductivity of hollow bricks at high temperatures. *Construction and Building Materials*, 309, 125066. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125066>
- Raut, S. P., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2011). Development of sustainable construction material using industrial and agricultural solid waste: A review of waste-create bricks. *Construction and Building Materials*, 25(10), 4037–4042. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.04.038>
- Sutcu, M., & Akkurt, S. (2009). The use of recycled paper processing residues in making porous brick with reduced thermal conductivity. *Construction and Building Materials*, 23(2), 1036–1042. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2008.05.015>
- Verissimo-Anacleto, J., Ludovico-Marques, M., & Neto, P. (2020). An empirical model for compressive strength of limestone masonry based on number of courses – An experimental study. *Construction and Building Materials*, 258, 119508. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119508>
- Ismail, M., Chen, Y., Cruz-Noguez, C., & Hagel, M. (2022). Thermal resistance of masonry walls: A literature review on influence factors, evaluation, and improvement. *Journal of Building Physics*, 45(4), 528–567. <https://doi.org/10.1177/17442591211009549>
- Asnan, M. N., Styawan, T. A., & Vebrian. (2023). Tinjauan kuat tekan dan unsur pembentuk kekuatan pasangan bata bata ikatan Flemish. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 41–48.
- Frapanti, S., Efrida, R., Dewi, I., Asfiati, S., & Riza, F. V. (2023). Analisis standar mutu bata bata merah tradisional di Kabupaten Deli Serdang berdasarkan SNI 15-2094-2000. *Teras Jurnal*, 13(1), 163–172. <https://doi.org/10.29103/tj.v13i1.852>
- Jepira, H. J., Chandra, J., & Bhara, F. K. (2025). Studi eksperimen kekuatan tekan mortar dengan campuran kapur, bubukan bata merah dan pasir. *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 30(2), 161–166.
- Syaelendra, T., Septiandini, E., & Nasution, N. (2012). Analisis mutu bata bata merah pejal tradisional di Jakarta terhadap SNI 15-2094-2000. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 17–33.
- Utari, R. P., Rommel, E., & Setyono, E. (2021). Peningkatan daya saing dan kualitas produk home industri bata bata merah melalui pendampingan sesuai SNI 15-2094-2000. *Community Development Journal*, 2(1), 141–146.